Die

Mikroorganismen des Rostocker Bodens.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen medicinischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Alb. Jansen

pr. Arzt aus Pont, Rheinprovinz.

Rostock.

Carl Boldt'sche Hof-Buchdruckerei.

1893.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553619_0209

Meiner Mutter.

Schon lange Zeit hatte man den Boden in ätiologische Beziehungen zu manchen endemisch und epidemisch auftretenden Krankheiten gebracht, ohne jedoch das die Krankheit erzeugende Agens genau nachweisen zu können. Erst der neuesten Zeit ist es gelungen, auf diesem Gebiete manche Aufklärungen zu bringen, und die Bacteriologie namentlich war es, die unsere Kenntnisse von den mit dem Boden zusammenhängenden Krankheiten bedeutend gefördert hat. Die ersten Forschungen ergaben schon, dass der Boden nicht blos ausserordentlich reich an Mikroben überhaupt ist, sondern dass er auch pathogene Arten enthalten kann. Nachdem dieses festgestellt war, begann man an zahlreichen Orten, die bacteriologischen Forschungen zu ergänzen; dabei constatirte man aber nicht unerhebliche Verschiedenheiten, sowohl hinsichtlich der Zahl der im Boden enthaltenen Mikroben, als auch namentlich hinsichtlich des Vorkommens pathogener Keime je nach den einzelnen Orten und Entnahmestellen. Auch in Bezug auf die Tiefe, bis zu der Mikroben im Boden gewöhnlich noch vorkommen, waren die Resultate der Untersuchungen zum Theil sehr verschieden. Ein Blick in die über das vorstehende Thema veröffentlichte Literatur wird dieses beweisen.

Die ersten Anregungen zu den Untersuchungen des Bodens in Bezug auf seinen Gehalt an Mikroben gab Rob. Koch[1]. Er fand die oberen Erdschichten ganz

[1] Mittheilungen a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte. Band I. 1881. S. 35.

ausserordentlich reich an Keimen, besonders an Bacillen, unter denen wieder der Wurzel- und Heubacillus besonders prävalirten; ausser diesen fand er noch 6—7 andere Arten; die Coccen traten den Bacillen gegenüber mehr in den Hintergrund. Als besonders auffallend giebt er an, dass die Keimzahl nach der Tiefe zu rasch abnimmt; in einem Meter Tiefe war der nicht aufgewühlte Boden schon fast frei von Bacterien. Die angestellten Untersuchungen waren jedoch wenig zahlreich, so dass Koch selbst eine allgemeine Gültigkeit für seine Resultate nicht beanspruchen zu können glaubte. In der Hauptsache sind aber doch seine Beobachtungen, wie man aus den Studien späterer Autoren sehen kann, als richtig anzuerkennen.

Erst 4 Jahre später erschien eine weitere Bearbeitung dieses Thema's von J. Arnould[1]. Seine Untersuchungen erstrecken sich nur auf die oberflächlichen Erdschichten. Der Keimgehalt des Bodens war ein ziemlich hoher. So constatirte er:

im Park von Montsourris 700 000 Keime pr. 1 g;
auf Rieselterrain . . . . 870 000 Keime pr. 1 g.

An diese Bestimmungen schliesst sich eine Aufzählung der verschiedenen pathogenen Mikroben, die der Boden enthalten kann. Es werden angeführt: der Erreger des malignen Oedems, des Milzbrandes, der Malaria, der Tuberculose, des Typhus abdominalis und der Cholera.

Die Arbeit Nicolaier's brachte den Nachweis des Erregers des Wundstarrkrampfes im Boden[2]. Bei den Ueberimpfungen auf Thiere erwiesen sich von 18 Erdproben 12 als infectiös. Von den letzteren riefen die einen ganz regelmässig, die andern je ein Mal unter 2 bis 3 Impfungen die charakteristischen Symptome des Tetanus hervor. Die Impfungen wurden an der Schwanzwurzel gemacht; die Erscheinungen der bezeichneten Infections-

[1] J. Arnould: Le sol. Ann. d'hyg. publ. Nov. pag. 401.

[2] Nicolaier: Beiträge zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes. Göttingen. 1885.

Krankheit traten nach $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Tagen auf. Mit Eiter, der von der ursprünglichen Impfstelle entnommen war, liess sich das Virus vom kranken auf das gesunde Thier direct übertragen.

Im Jahre 1886 veröffentlichte Beumer[1] eine weitere Arbeit über Bodenmikroben. Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Umgebung des Greifswalder Krankenhauses. Die von ihm angewandte Methode möchte ich kurz notiren und zwar deswegen, weil sie auch vielfach von den folgenden Autoren benutzt worden ist. Nachdem die Erde in sterilen Reagensgläsern entnommen war, wurde eine bestimmte Menge mit sterilem Wasser gemischt, tüchtig geschüttelt, in Nährgelatine gebracht und diese nach Koch'schem Verfahren auf sterile Glasplatten ausgegossen. Die von ihm gefundenen Keimzahlen sind so aussergewöhnlich hohe, dass man eine sehr starke Verunreinigung des untersuchten Bodens annehmen muss, besonders da von keinem der späteren Forscher so viele Keime gefunden werden konnten. Als Beispiel des enorm hohen Keimgehaltes möchte ich nur anführen, dass Beumer in der Tiefe von 3 Metern, wo sonst doch schon nach der Angabe anderer Forscher vollständige Keimfreiheit herrscht, die ungeheure Zahl von 44—45 Mill. Keime pro 1 g auffand. Selbst in der Tiefe von 6 Metern wurden noch 5 Mill. Keime pro 1 g constatirt.

Adametz[2] wählte für seine Untersuchungen den Sand- und Lehmboden des landwirthschaftlichen Institutes zu Leipzig.

Es fanden sich:

im Sandboden:	
Oberfläche	20—25 cm tief
380 000 Keime pr. g	460 000 Keime pr. g

[1] Beumer: Deutsche medicinische Wochenschrift No. 27. Jahrgang 1886.

[2] Adametz: Untersuchungen über die niederen Pilze der Ackerkrume Leipzigs. Inaug.-Diss.

im Lehmboden:

Oberfläche	20—25 cm tief
500 000 Keime pr. g	464 000 Keime pr. g.

Der Boden enthielt dort besonders zahlreiche Spaltpilze, in geringerer Anzahl waren Hefe- und Schimmelpilze nachweisbar.

Die Forschungen C. Fränkels[1] haben in vielfacher Hinsicht neue und wichtige Thatsachen zu Tage gefördert. Auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen schien ihm das von Beumer angewandte Verfahren der Bodenuntersuchung auf Mikroben ganz unzuverlässig zu sein. Er selbst bediente sich bei den Untersuchungen der Erdproben keines Zwischenmittels, sondern brachte die bestimmte Quantität Boden direkt in Gelatine und rollte dieselbe nach Esmarch'schem Verfahren im Reagensglase aus. C. Fränkel selbst hält diese Methode für die zweckmässigste und sicherste Art einer bacteriologischen Bodenuntersuchung; er sagt jedoch selbst, dass die Zählung der Colonien grosse Schwierigkeiten bietet, wenn viele verflüssigende Keime vorhanden sind. Anstatt der Abwägung bedient er sich der Abmessung der Erdproben durch ein dem chirurgischen scharfen Löffel nachgebildetes Messgefäss, das aus Platin hergestellt wurde, um es vor und nach dem jedesmaligen Gebrauche sicher und schnell sterilisiren zu können. Den Keimgehalt berechnet er dann pro 1 ccm. Zur bequemen Entnahme des Bodens aus verschiedenen Tiefen liess er sich ein eigenes Bohrinstrument herstellen. Durch seine Experimente bewies er, dass es absolut nöthig ist, den Boden sogleich nach seiner Entnahme zu untersuchen, weil sonst in der Bodenmasse eine bedeutende Vermehrung der Keime stattfindet. Er fand in den oberflächlichen Erdschichten bis 350 000 Keime pr. ccm, gewöhnlich nur etwa 100 000 pr. ccm. Der Keimgehalt war

[1] C. Fränkel: Ueber Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten. Zeitschrift für Hygiene. S. 521. Bd. II. 1887.

im Sommer, besonders in den Monaten Juli und August, ein grösserer als im Winter. Meist in der Tiefe von $1^1/_4$ Metern trat eine plötzliche, fast unvermittelte Abnahme der Keime ein. Schon in $1^1/_2$ Meter Tiefe erwies sich manchmal der Boden als völlig keimfrei; andererseits fand er einmal in 3 m Tiefe noch 3000 Keime pr. ccm, ein anderes Mal in 4 m Tiefe noch 600 pr. ccm. Pathogene Keime konnte Fränkel im Boden nicht nachweisen. An diese Untersuchungen schliessen sich dann noch Experimente an über das Wachsthum einiger pathogener Mikroben, wie der Erreger des Typhus abd., des Milzbrandes und der Cholera in verschiedenen Tiefen.

Einen ganz bedeutend höheren Keimgehalt des Bodens als C. Fränkel constatirte Maggiora[1]. Seine Angaben sind jedoch auf Grund der vorher angeführten Experimente von C. Fränkel nicht zu verwerthen, weil die Untersuchungen nicht sogleich nach der Entnahme vorgenommen wurden, sondern oft Tage lang damit gewartet wurde.

Dasselbe wäre auszusetzen an der von Maggiora, Pagliani und Fratini[2] gemeinsam verfassten Arbeit. Wichtig sind jedoch die Resultate ihrer Thierimpfungen, woraus sich ergiebt, dass die pathogenen Keime im Boden doch nicht so häufig sind, als man im Allgemeinen bis dahin anzunehmen geneigt war.

Macé[3] beschäftigte sich weniger mit den Bodenkeimen im Allgemeinen, als mit der Untersuchung eines der Infection verdächtigen Bodens in der Nähe eines Brunnens speciell auf Typhusbacillen. Nach seiner Angabe war auch zweifellos eine grössere Menge derselben in der betreffenden Erde enthalten.

Die Keime des Jenenser Bodens suchte Reimers[4]

---

[1] Maggiora: Giornale della reale academia di med. 1887. Nr. 3.

[2] Maggiora, Pagliani e Fratini: Contribuzione allo studio dei Microorganismi del suolo. Milani 1887.

[3] Macé: Comptes rendus. Vol. 106. p g. 1564.

[4] Reimers: Zeitschrift für Hygiene. 1889. II. S. 307.

zu erforschen. Er findet, dass die Zahl der Keime dort nicht so bedeutend ist; ferner dass die Keime gegen die Tiefe hin sehr rasch an Zahl abnehmen und dass zwischen 1—2 m Tiefe eine plötzliche Verminderung stattfindet. Er studirte auch den Einfluss der Beerdigungen auf den Keimgehalt des Bodens und konnte constatiren, das dadurch der Boden an Keimen nicht bereichert wird.

Die Beobachtungen Sachsse's[1] stimmen im Allgemeinen mit denen seiner Vorgänger überein und bringen nichts Neues.

In mannigfacher Beziehung Abweichendes bringen die Untersuchungen des Dorpater Bodens durch O. Eberbach[2]. Schon die Methode ist eine andere als die bisher verwandten. Er verrieb die Bodenprobe möglichst gleichmässig mit sterilem Sande und brachte dann das Gemenge direct in die Nährgelatine. Die Bodenoberfläche zeigte dort einen ziemlich hohen Keimgehalt; im Mittel 525 000 Keime pr. cbcm. Die grösste Keimzahl fand sich jedoch nicht an der Oberfläche, sondern erst in der Tiefe von 20—25 cm. Bei künstlicher Erhöhung des Grundwassers liess sich die Zahl der Keime bis ins Dreifache steigern. Bei den Thierimpfungen gelang es ihm unter 18 Impfungen 6 Mal ausgesprochenen Tetanus zu erzeugen.

Des Weiteren ist noch die neueste sehr eingehende Arbeit von Paul Fülles[3] zu erwähnen. Der Verfasser bestimmte die Bodenkeime nicht allein in quantitativer, sondern auch in qualitativer Beziehung. Die Erdproben wurden immer sofort nach der Entnahme untersucht und jedes Mal die Temperatur zur Zeit der Bodenentnahme bestimmt. Wie aus der der Arbeit beigefügten Tabelle ersichtlich ist, übt die Temperatur durchaus keinen

---

[1] Sachsse: Chem. Centralblatt. 1889. II. S. 169.

[2] O. Eberbach: Verhalten der Bacterien im Boden Dorpats. Dorpat 1890.

[3] Paul Fülles: Bacteriologische Untersuchungen des Bodens in der Umgebung von Freiburg i. B. Zeitschrift für Hygiene.

constanten Einfluss auf die Zahl der Keime aus. Was die Arten der Mikroben anbetrifft, so fanden sich 48 verschiedene, darunter 2 neue bis jetzt noch nicht beschriebene. Von pathogenen finde ich nur einen angeführt und zwar den Koch'schen Bacillus des malignen Oedems, der sich in der Ackererde vorfand. Thierimpfungen sind nicht verzeichnet.

Endlich sei der Studie Sanfelice's[1] gedacht. Derselbe fand in den oberen Schichten des Bodens von pathogenen Mikroben den Bacillus des malignen Oedems, (ziemlich häufig), den Tetanusbacillus (verhältnissmässig selten) und Streptococcen.

Was nun meine eigenen Untersuchungen anbetrifft, so hatte ich es mir zur Aufgabe gemacht, den Boden an verschiedenen Stellen Rostock's und Umgebung zu untersuchen, durch Anlegung von Culturen mich über die Quantität seiner Mikroben zu orientiren, durch Uebertragung auf Thiere seinen Gehalt an pathogenen Keimen, besonders an Tetanusbacillen, zu studiren.

Die quantitative Keimbestimmung wurde in folgender Weise ausgeführt. Zur Entnahme des Bodens liess ich mir ein kleines Messgefäss aus Metall herstellen; zahlreiche Controllirungen durch die Waage zeigten, dass dasselbe 0,009 bis 0,01 g Bodenmasse fasste, je nachdem dieselbe mehr oder weniger feucht war. Der Keimgehalt wurde pro g Boden bestimmt. Bei der Entnahme wurde die Erde in sterile, durch einen Wattepfropf verschlossene Reagensgläser gebracht und mit möglichster Beschleunigung untersucht. Vermittelst des durch die Flamme vorher sterilisirten Messinstrumentes wurde die genannte Menge des betreffenden Bodens in ein mit 10 ccm keimfreien Wassers gefülltes Reagensglas gebracht, die Mischung einige Minuten kräftig geschüttelt, dann 5—10 Minuten stehen gelassen und dann nochmals einige

[1] Sanfelice: Ann. del istituto d'igiene di Roma. 1892. I.

Minuten kräftig geschüttelt. Mit sterilisirter Pipette brachte ich alsdann, ehe eine Sedimentirung eingetreten war, $^1/_{20}$ ccm in Nährgelatine. Durch Auf- und Abbewegen des Reagensglases, wobei die störenden Luftblasen in der Gelatine sich leicht vermeiden lassen, suchte ich eine möglichst gute Vertheilung des Tropfens in der Nährgelatine zu erzielen, was auch stets gelang. Unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmassregeln (Sterilisirung der Glasplatten etc.) wurde der Inhalt des Reagensglases nach Koch'schem Verfahren auf eine Glasplatte ausgegossen, um in der feuchten Glaskammer bei einer Temperatur von 14–18° R., wie sie durchschnittlich im Laboratorium herrschte, die Entwicklung der Keime abzuwarten. Von jeder Bodenprobe wurden mindestens 2 Plattenculturen angelegt; zuweilen wurde auch, um Vergleiche anzustellen, die Esmarch'sche Methode der Ausrollung im Reagensglase angewandt. (Von anderen Autoren finde ich übrigens angegeben, dass die Bodenprobe mit sterilirtem Wasser etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden im Reagensglase geschüttelt werden soll, um eine gute Vertheilung und Lösung der Keime von den Sandkörnern erzielen zu können. So lange anhaltendes Schütteln schien mir nicht nur nicht nöthig zu sein, sondern vielmehr durchaus unzweckmässig. Im hygienischen Institut angestellte Versuche[1] zeigten nämlich, dass durch längeres Schütteln das Wachsthum einiger Mikroben mindestens verlangsamt wird oder auch einige wenig widerstandsfähige ganz abgetödtet werden können.) Eine so starke Verdünnung der Bodenproben, wie sie oben beschrieben wurde, war nicht immer nöthig. Bei Boden, der aus 1 m Tiefe und weiter nach abwärts entnommen wurde, genügte eine Verdünnung von 0,009 resp. 0,01 auf 5 ccm Wasser; ebenso verhielt es sich beim Warnemünder Dünensand.

[1] Bernhard Schmidt: Ueber den Einfluss der Bewegung auf das Wachsthum und die Virulenz der Mikroben. Diss. Rostock 1891.

Zur bacteriologischen Untersuchung wurde herangezogen der Gartenboden des hiesigen Hygienischen Instituts, in welchem sich einige Rasenplätze und kleinere ungedüngte Anlagen befinden, dann der Rostocker Strassenboden, Friedhof-, Park- und Walderde. Aus dem Garten des hygienischen Instituts sowie vom Friedhofe wurden Proben bis zu 2 m Tiefe entnommen.

Für die Untersuchungszwecke musste im Institutsgarten ein Stollen angelegt werden. Der Boden war dort zu sehr mit Steinen durchsetzt, als dass der Fränkel'sche Bohrer weiter als 75 cm tief anwendbar gewesen wäre. Was nun die Resultate der Untersuchungen anbetrifft, so zeigte sich, dass der Keimgehalt ein recht hoher war. Ich lasse die aufgefundenen Keimzahlen hier folgen:

Der Boden von der Rasenfläche enthielt:
2 140 000 Keime pr. 1 g.

Boden	von einem Beete	. . . .	996 000	pr.	1 g
„	vom Wege	. . . . .	830 000	„	„
„	aus 25 cm Tiefe	. . .	1 671 600	„	„
„	„ 50 „ „	. . .	910 200	„	„
„	„ 75 „ „	. . .	934 600	„	„
„	„ 1,00 m „	. . .	460 000	„	„
„	„ 1,25 „ „	. . .	400 000	„	„
„	„ 1,50 „ „	. . .	280 000	„	„
„	„ 1,75 „ „	. . .	220 000	„	„
„	„ 2,00 „ „	. . .	140 000	„	„

Wie die vorstehende Tabelle zeigt, konnte ich in Uebereinstimmung mit den Resultaten der Untersuchungen Anderer feststellen, dass die Keimzahl von oben nach unten bedeutend abnimmt. Vollständige Keimfreiheit, die von andern manchmal schon in der Tiefe von 1 Meter gefunden wurde, konnte ich hier selbst in der Tiefe von 2 Metern nicht constatiren. Im Gegentheil fanden sich noch ziemlich bedeutende Mengen hier vor. Ich möchte dieses einmal

darauf zurückführen, dass ich es hier jedenfalls nicht mit jungfräulichem, sondern früher einmal umgearbeitetem Boden zu thun hatte, wie der Fund von Ziegelsteinstücken noch in der Tiefe zeigte; dann aber war auch das Grundwasser bei der Entnahme aus den tieferen Schichten durch grössere Regengüsse bedeutend gestiegen. Dass das letztere einen bemerkenswerthen Einfluss auf die Höhe der Keimzahl ausübt, zeigen die Experimente von O. Eberbach, die im Literatur-Verzeichniss vorhin kurze Erwähnung gefunden haben. — Die Abnahme der Keime gegen die Tiefe zu war übrigens keine allmälige, sondern eine ziemlich plötzliche. Diese Zone wurde von Andern gewöhnlich in der Tiefe zwischen 1—2 Metern gefunden. Hier liegt dieselbe schon zwischen 75 cm und 1 m Tiefe; es fiel dort die Zahl, wie die Tabelle zeigt, um mehr als das Doppelte. Der grösste Keimgehalt fand sich im Institutsgarten nicht an der Oberfläche, sondern 25 cm tief (mit Ausnahme der Rasenfläche). Eine Täuschung hierbei ist ausgeschlossen, weil mehrere Controll-Culturen angelegt wurden, die wesentlich dieselben Resultate zeigten. Eine solche Beobachtung finde ich nur noch in der Arbeit von O. Eberbach angegeben, der im Dorpater Boden dasselbe constatirte.

Bei der qualitativen Bestimmung der Keime in den Culturen beschränkte ich mich darauf, die Colonien des leicht kenntlichen Wurzelbacillus, der verflüssigenden und etwa verdächtig aussehenden zu constatiren. Der Wurzelbacillus fand sich bis 1,25 m am zahlreichsten bei 25 cm Tiefe; verflüssigende Keime bis 1,50 m; am zahlreichsten wieder bei 25 cm Tiefe, nämlich 244 200 pr. 1 g; die Rasenfläche enthielt 180 000 pr. 1 g.

Wie schon vorher erwähnt, wurde zur Bestimmung der pathogenen Keime das Thierexperiment benutzt. Die Impfungen mit dem Bodenmaterial wurden an der Schwanzwurzel von Mäusen vorgenommen; da es sich namentlich um den Nachweis des Tetanusbacillus, der ja zu den

obligaten Anaïroben gezählt werden muss, handelte, so wurde die Tasche möglichst eng und tief angelegt.

I. Versuch.

Eine graue Hausmaus wurde am 18. IV. 92 Mgs. 1/2 12 Uhr mit oberflächlicher Erde von einem Beete des Institutsgartens nach der vorher beschriebenen Methode geimpft.

Am Morgen des folgenden Tages war dieselbe noch ganz munter.

Am 19. IV. Nachmittags 5 Uhr ist sie träge in ihren Bewegungen und von struppigem Aussehen.

Am 20. IV. Mgs. 10 Uhr liegt sie augenscheinlich in den letzten Zügen; beim Kneifen mit der Pincette zeigen die vordere Extremitäten noch lebhafte, krampfartige Bewegungen, die hintern Extremitäten nicht mehr. Die Maus wird durch Aethernarkose vollständig getödtet.

Die Section am 20. IV. ergiebt: An der Impfstelle befindet sich ein Abscess, der mit schmutzig grauem Eiter gefüllt ist. Die von dieser Stelle angelegten mikroskopischen Trocken-Präparate enthalten Staphylococcen und den Bac. des malignen Oedems.

Eine Stichcultur lässt ebenfalls aus dem charakteristischen Wachsthum und dem mikroskopischen Präparat den Bacillus des malignen Oedems erkennen.

II. Versuch.

Eine graue Hausmaus wird am 20. IV. um 1/2 12 Uhr Mgs. mit Erde vom Wege des Institutsgartens geimpft. Sie bleibt vollkommen gesund bis zum 22., wo sie träge in ihren Bewegungen erscheint und ein struppiges Aussehen zeigt. Am 23. IV. Mgs. wird sie todt in ihrem Behälter vorgefunden.

Bei der Section findet sich die Impfstelle nur leicht entzündlich geröthet und enthält eine geringe Menge einer eitrigen Flüssigkeit. Ein aus derselben hergestelltes

mikroskopisches Trockenpräparat zeigt eine ziemlich grosse Menge eines Staphylococcus, der durch eine Stichcultur als Staphylococcus pyogenes albus erkannt wurde.

III. Versuch.

Impfung einer grauen Maus am 20. IV. Nachmittags 5 Uhr mit Erde aus dem Institutsgarten aus 50 cm Tiefe. Schon am 21. IV. Mgs. wird das Versuchsthier todt aufgefunden.

Die Impfstelle ist bei der Section nur ganz wenig geröthet; ein Abscess ist nicht vorhanden.

Verschiedene von der Impfstelle angelegte mikroskopische Präparate enthalten Staphylococcen und Streptococcen.

Versuch III a.

Da es zweifelhaft schien, ob der auffallend schnell erfolgte Tod des Thieres von Versuch III wirklich allein durch die Impfung verursacht war, so wurde sogleich nach der Section zur Controlle eine Abimpfung von Versuch III auf eine weisse Maus vorgenommen. Dieselbe bleibt bis zum 23. IV. ganz gesund; — die Abimpfung war am 20. IV. vorgenommen —. Am 24. IV. zeigt sie etwas verminderte Fresslust und träge Bewegungen und wird am 25. IV. Morgens todt aufgefunden.

Die Section ergiebt einen ziemlich grossen Abscess an der Schwanzwurzel. Im Eiter sind mikroskopisch nur Staphylococcen und Streptococcen nachzuweisen. Die inneren Organe (bes. Leber) sind gesund. Die Maus war trächtig.

IV. Versuch.

Am 20. IV. Nachmittags 5 Uhr wird eine graue Maus mit der aus 75 cm Tiefe im Institutsgarten entnommenen Erde geimpft. Am 22. IV. Morgens wird das Thier todt vorgefunden. Es bleibt bis zum 23. IV. liegen und zeigt

dann ein stark aufgetriebenes, struppiges Aussehen. Die an der Impfstelle befindliche Höhlung sieht missfarbig aus. Bei der Section verbreitet das Thier einen stark fauligen Geruch. Die von der Impfstelle hergestellten mikroskopischen Präparate enthalten den Bacillus des malignen Oedems. Auch im Leberblute befindet sich derselbe. Eine Stichcultur bestätigt durch ihr charakteristisches Wachsthum den mikroskopischen Befund.

Die grösste Mikrobenzahl unter allen Bodenproben konnte ich in der Strassenerde nachweisen. Die Erde wurde zwischen den Steinen der vor dem Hygienischen Institut gelegenen ziemlich viel benutzten Strasse genommen. Im April fanden sich 11 180 000 Keime pr. 1 g. Auffallend gering war hier die Zahl der verflüssigenden, nämlich 200 000 pr. 1 g. Gegen Ende Juni jedoch fanden sich bei nochmaligem Versuch bei ungefähr gleichem Gehalt an Gesammtkeimen 420 000 verflüssigende pr. 1 g. Es schien mir dieses abhängig zu sein von der Verunreinigung der Strasse durch Verschleppung von Schmutz, begünstigt durch den zu dieser Zeit auftretenden Regen.

Zwei Versuche mit Uebertragung der Strassenerde auf Mäuse nach der oben beschriebenen Methode ergaben in Bezug auf Tetanus und malignes Oedem ein völlig negatives Resultat.

I. Versuch.

Impfung einer grauen Hausmaus mit Strassenerde am 20. IV. Mgs. ½11 Uhr. Am 21. IV. und 22. IV. bleibt das Thier noch ganz munter. Am 23. IV. liegt es in den letzten Zügen und verendet nach kurzer Zeit.

Section. An der Impfstelle findet sich ein ziemlich ausgebreiteter Abscess. Die Abscesshöhle ist mit einem dünnen gelben Eiter gefüllt. In den hiervon angelegten mikroskopischen Präparaten finden sich blos Staphylococcen, die sich im Blute nicht vorfinden. Die angelegte Stich-

cultur lässt sie als Staphylococcus pyogenes aureus erkennen.

II. Versuch.

Impfung einer grauen Maus mit demselben Boden am 21. V. Nachmittags 5 Uhr. Das Thier zeigt in den ersten Tagen nichts auffallendes. Am 8. VI. wird es jedoch Mgs. todt vorgefunden.

Section. Die Impfstelle ist fast ganz verheilt; es ist nur eine sehr kleine gut granulirende Stelle übrig geblieben. Ein Abscess ist nicht vorhanden. Die inneren Organe sind von normalem, gesundem Aussehen. Die aus dem Leberblute und der Milz hergestellten mikroskopischen Präparate enthalten keine Mikroorganismen. Es schien also, dass das Thier nicht in Folge der Impfung verendet ist, sondern dass noch eine andere Schädlichkeit eingewirkt hat. Vielleicht dürfte die lange Gefangenschaft (?!) ungünstig eingewirkt haben.

Fast ebensoviele Mikroorganismen als der Strassenboden enthielt eine Bodenprobe, die aus einem mit Ziersträuchern bepflanzten, ungedüngten Park entnommen wurde. Die untersuchte Erde stammte von einer Stelle, die dem directen Sonnenlicht nicht zugänglich war.

Die Anzahl der Keime an der Oberfläche betrug:

11 080 000 pr. 1 g,
darunter 140 000 verflüssigende,
und 200 000 Wurzelbacillen.

Impfung einer grauen Maus mit dieser Erde am 26. IV. Mttgs. 12 Uhr. Das Thier wurde am 29. IV. todt aufgefunden, ohne dass in der Zwischenzeit an demselben etwas Besonderes bemerkt werden konnte.

Section. An der Impfstelle befindet sich ein Abscess mit dünnem gelblichen Eiter. In demselben finden sich mikroskopisch eine ziemlich grosse Anzahl Streptococcen und kleine Stäbchen verschiedener Art. Die inneren

Organe sind gesund und in dem aus dem Leberblute angelegten Präparat ist nichts Abnormes zu finden.

Eine sehr geringe Mikrobenmenge zeigte der Warnemünder Dünensand. Es wurden 0,01 g direct ohne Zwischenmittel in Nährgelatine gebracht und dieselben dann nach Esmarch'schem Verfahren im Reagensglase ausgerollt. Die Keimzahl betrug 7800 pr. 1 g. Darunter waren 1900 Schimmelpilze und 200 verflüssigende Keime zu zählen.

Die Reihe der Untersuchungen wurde geschlossen durch das Studium der im Friedhofsboden enthaltenen Mikroben. Der Rostocker Friedhof ist mit grossen Bäumen und Ziersträuchern bewachsen. Die zur Untersuchung auf ihren Keimgehalt gewählte Erde stammte von einem freien nicht bewachsenen Platze, wo vor ca. 35 Jahren die letzten Beerdigungen vorgenommen waren. Der Boden ist im Allgemeinen, abgesehen von der oberflächlichen ziemlich dicken Humusschicht, als lehmig-thonig zu bezeichnen ohne grössere Beimengungen von Steinen und Kies. Auch hier war der Keimgehalt, wie bei den anderen Bodenarten, ein recht beträchtlicher.

Es fanden sich:

Auf der Oberfläche	1 960 000	Keime pr. 1 g,
darunter	460 000	verflüssigende,
in 50 cm Tiefe . .	600 000	Keime pr. 1 g,
darunter	180 000	verflüssigende,
in 1 m Tiefe . . .	800 000	Keime pr. 1 g,
darunter	160 000	verflüssigende,
in 1½ m Tiefe . .	250 000	Keime pr. 1 g,
darunter	40 000	verflüssigende,
in 2 m Tiefe . . .	110 000	Keime pr. 1 g,
darunter	10 000	verflüssigende.

Auffallend ist hierbei, dass in der Tiefe von 1 Meter eine noch höhere Keimzahl gefunden wurde, als in der

Tiefe von 50 cm. Wie die Tabelle zeigt findet hier eine plötzliche Abnahme der Keime statt zwischen 1 und $1^1/_2$ Meter Tiefe, während im Garten des Hygienischen Instituts diese Zone zwischen 75 cm und 1 Meter Tiefe constatirt wurde. Zur Bestimmung des Gehalts an pathogenen Mikroorganismen wurde wieder das Thierexperiment benutzt.

I. Versuch.

Impfung einer weissen Maus mit oberflächlicher Friedhofserde am 11. VII. Mgs. $^1/_2$11 Uhr. Das Thier wird in den nächsten Tagen träge in seinen Bewegungen und zeigt eine verminderte Fresslust. Am 15. VII. Mgs. wird es todt vorgefunden.

Die Section ergiebt einen ziemlich grossen Abscess, der eine mehr flächenhafte, phlegmonenartige Ausdehnung zeigt. In dem Eiter finden sich mikroskopisch Staphylococcen und Streptococcen; letztere in geringerer Anzahl. In der Stichcultur zeigt sich der Staphylococcus pyogenes albus. Die inneren Organe sind normal.

In den aus dem Leberblute angefertigten Präparaten sind keine Mikroben zu finden.

II. Versuch.

Eine weisse Maus wird am 11. VII. Mgs. $^1/_2$11 ebenfalls mit oberflächlicher Friedhofserde geimpft. Die Maus wird zwar in den nächsten Tagen etwas träge und bewegt sich nur langsam beim Schütteln des Glasbehälters; sie erholt sich aber wieder und ist am 21. VII., also 10 Tage nach der Impfung, noch ganz gesund. Die Stichwunde an der Schwanzwurzel ist ganz vernarbt. Die Beobachtung wurde dann aufgegeben, weil eine Wirkung der Impfung nach so langer Zeit nicht mehr zu erwarten war.

III. Versuch.

Eine graue Hausmaus wird am 12. VII. mit Friedhofserde aus ca. 50 cm Tiefe geimpft. Die Maus bleibt

ebenfalls gesund bis zum 18. VII. Bei der dann vorgenommenen Untersuchung der Impfstelle zeigt sich dieselbe fast verheilt; bei Druck entquillt eine geringe Menge einer trüben, dünnen Flüssigkeit; in derselben findet sich mikroskopisch eine geringe Menge Streptococcen.

Wenn ich nun das Resultat meiner Untersuchungen in wenigen Worten zusammenfasse, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Der Keimgehalt des zur Untersuchung benutzten Rostocker Bodens ist ein recht bedeutender.

2. Die Zahl der Keime nimmt gegen die Tiefe zu ab; in der Tiefe von 2 Metern ist aber völlige Keimfreiheit noch nicht zu constatiren.

3. Die Abnahme ist eine ziemlich plötzliche. Sie findet statt in der Tiefe swischen 75 cm und 1 Meter (Institutsgarten), resp. zwischen 1 Meter und 1,50 Meter (Friedhof).

4. Die allerdings schon vor 35 Jahren stattgehabten Beerdigungen haben den jetzigen Keimgehalt des Friedhofsbodens nicht mehr beeinflusst.

5. Der Gehalt des Rostocker Bodens an pathogenen Keimen ist ziemlich gering. Der Tetanusbacillus scheint im Rostocker Boden ganz zu fehlen oder doch wenigstens ungemein selten vorzukommen; aber häufiger der Bac. des malignen Oedems und ziemlich häufig pyogene Strepto- und Staphylococcen. Dass Tetanusbacillen im Rostocker Boden jedenfalls sehr selten vorkommen, wird zunächst bewiesen durch die Resultate der Ueberimpfung von verschiedenem Bodenmaterial auf Mäuse. Tetanus konnte kein einziges Mal erzielt werden. In Rostock gehören überhaupt Fälle von Wundstarrkrampf zu den grössten Seltenheiten. So ist sowohl in der klinischen als auch poli-

klinischen Praxis des Gynäkologischen Instituts während der letzten 2 Jahre kein Fall von Trismus und Tetanus neonatorum vorgekommen. Im Jahre 1891 enthält die ärztliche Statistik nur 1 Fall von Tetanus in der Stadt. In dem von Herrn Prof. Uffelmann geleiteten bacteriologischen Cursus werden seit 1887 jedes Semester vielfach Ueberimpfungen von Gartenerde auf Thiere vorgenommen, aber es gelang bis jetzt noch niemals weder bei Mäusen noch bei Meerschweinchen Tetanus zu erzeugen.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Uffelmann für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit sowie die freundliche Unterstützung bei derselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.